

都市ガス岩盤貯蔵の運用性と技術開発について

(社)日本ガス協会 正会員 ○澤 一男
 東京ガス(株) 白井 岳、丹羽悦夫
 大阪ガス(株) 正会員 香川尚史、東邦ガス(株) 梅田良人
 清水建設(株) J10-会員 石塚与志雄

1. はじめに

天然ガスは、埋蔵量が豊富でかつ他の化石燃料と比較して CO₂ 排出が少ないことから地球環境の面から世界のエネルギー供給において重要な役割を果たしており今後益々需要拡大が予想される。そのため、パイプラインの整備に加えて貯蔵施設の役割が重要となる。本稿では、(社)日本ガス協会が経済産業省より委託を受け、平成 12 年度より実施している都市ガスの岩盤貯蔵技術の概要、運用性、技術開発等について報告する。

2. 天然ガス地下貯蔵の現状とライニング式高圧気体貯蔵方式の概要

(1) 地下貯蔵方式の概要

欧米においては、季節間や週間などの需要変動を吸収し、パイプラインの利用効率を向上させるために大規模な天然ガスの地下貯蔵施設が多数設けられている(表-1 参照)。貯蔵方式には幾つかの方式があり、枯渇したガス田や帯水層に貯蔵する例が多い。また、欧米では岩塩層内に空洞を設けてその気密性を利用して貯蔵する方式もかなりの数に上る。また、廃坑となった石炭坑道に貯蔵する例も3例ほどある。

帯水層や岩塩層などの地質条件に恵まれない我が国においては、岩盤貯蔵方式が有効と考えられる。これは、岩盤内に空洞を掘削して高圧でガスを貯蔵する方法であり、地下水により気密性を保持する方式(水封式)と空洞内面に鋼板等を設けてライニングにより気密性を保持する方式(ライニング式)がある。

(2) ライニング式高圧気体貯蔵方式(岩盤貯蔵)の概要

当方式の構造概念図を図-1 に、コンセプトを以下に示す。

内圧は周辺岩盤で支持。裏込めコンクリートで圧力伝達。

気密材(ライニング材)で気密性を確保。

施工中、内圧開放時は排水システム(パイプ等)により貯槽周辺の地下水を排水し、気密材には過大な外水圧を作作用させない。

このように、岩盤貯蔵では岩盤の支持力を積極的に利用することを大きな特徴としている。他の貯蔵方式に対する優位性は以下のようである。

立地地質条件がフレキシブルである

払出能力が高い

数多くの受払サイクルが可能

当方式の商用プラントは未だなく、現在、スウェーデンにおいて 4 万 m³ のデモプラントが建設中(～2002 年)である。我が国では、平成 12 年度から経済産業省より委託を受け、(社)日本ガス協会が我が国の地質条件、運用条件に合った岩盤貯蔵の実現可能性の調査を行っている。図-2 に岩盤貯蔵の全体概念図を示す。

表-1 天然ガス貯蔵方式の種類

枯渇ガス田	帯水層	岩塩層	廃棄坑道	岩盤貯蔵	
				水封	ライニング
462	74	56	3	チェコ 幾何容量: 62万m ³ 運転中(9.5MPa) 1998 -	スウェーデン 幾何容量: 4万m ³ 建設中(20MPa) 1998 - 2002

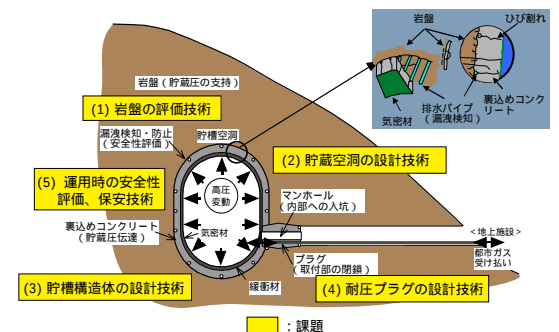


図-1 概念図(コンセプト)と技術課題

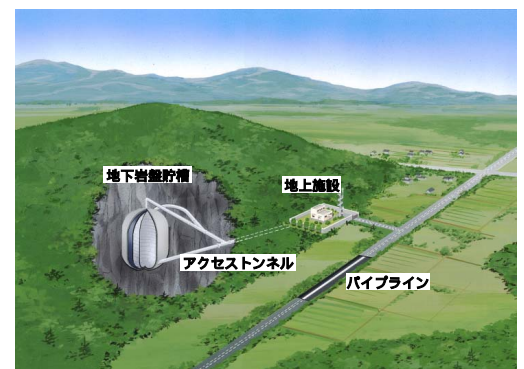


図-2 都市ガス岩盤貯蔵全体概念図

キーワード： 高圧気体貯蔵、岩盤貯蔵、ライニング、天然ガス、都市ガス

連絡先： 〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-15-12 TEL 03-3502-0113, FAX 03-3502-0370

3. 岩盤貯蔵の規模と適用

(1) 運用性の検討

都市ガス貯蔵施設はその目的により大きく、季節間需要変動対応、日間需要変動対応および緊急用備蓄に分類される。また、既存の貯蔵施設としてはLNGタンクとガスホルダーがあり、岩盤貯蔵との貯蔵能力を比較すると図-3のようになる。岩盤貯蔵は貯蔵量、払出流量ともガスホルダーの能力を大きくしのぎ、複数個建設すればLNGタンクに匹敵する能力を持つ。

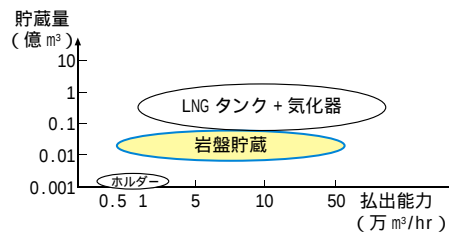


図-3 各種貯蔵施設の能力比較

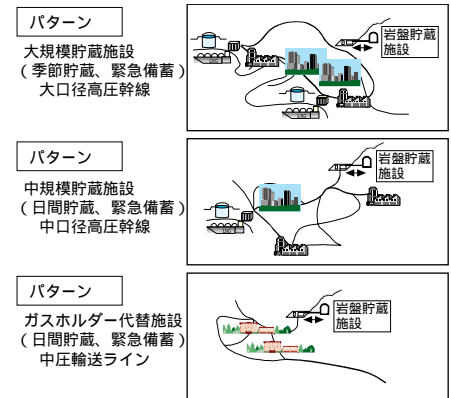


図-4 貯蔵パターン（運用方法）

岩盤貯蔵は既存パイプラインに接続するため、パイプラインの能力にも関係する。上記の貯蔵目的とパイプライン能力から岩盤貯蔵の適用を想定すると図-4に示すように3パターン（大規模貯蔵、中規模中継およびガスホルダー代替施設）に類型化される。

(2) 地質条件とモデルケース

上記の3パターンに対応する貯蔵モデルとして、運用条件（最小・最大圧力、払出流量）と単基幾何容積（貯蔵空洞容積）および地質条件から表-2に示す4タイプを基本タイプと想定している。タイプAは大規模貯蔵となるため花崗岩類等の比較的堅固な硬岩が立地対象となる。タイプBは中規模中継のため広範囲な立地条件が求められるため中硬岩以上を立地対象としている。また、パターンは、ガスホルダー代替のため、硬岩から軟岩までより幅広い立地条件が求められると考え、タイプC、Dを想定している。

4. 実現に向けた技術課題と検討フロー

(1) 技術課題

技術課題を図-1に示す。スウェーデンで建設中のデモプラントは北欧の良好な硬岩（変形係数30GPa程度）を立地条件としかつ運用条件を季節間需要変動対応のため、サイクル数も年2～3回程度である。一方、我が国の岩盤は欧米と比較して脆弱であること、運用条件も日間需要変動対応（年200回）を想定しており繰返し高压変動による貯槽構造となることから、新たな研究開発が必要である。

(2) 検討フロー

現在進めている全体の検討フローを図-5に示す。適用性・経済性、設計技術および技術基準について検討し、総合的に実現可能性を評価する予定である。構造の設計技術に関する検討フローを図-6に示す。貯蔵空洞の検討では、設置深度、ゆるみ領域、裏込めコンクリート挙動の検討を行い、その結果を基に貯槽構造（ライニング構造：気密材、緩衝材）の検討（運用中の疲労、内圧開放時の挙動）を行っている。また、緩衝材、コンクリートに関しては力学特性の把握・確認試験も実施している。

5. おわりに

岩盤貯蔵はパイプライン稼働率の向上、輸送コストの低減に不可欠な施設である。また、天然ガス需要拡大への貢献、そして温室効果ガス抑制にもつながる。そのため、当施設の実用化に向けた検討をさらに精力的に進めていく予定である。

表-2 想定岩盤とタイプ

タイプ	最小・最大圧力 (MPa)	払出流量 (万m³/hr)	単基幾何容積 (万m³)	想定岩盤	物性値の設定 (変形係数) GN/m²	岩盤等級 (参考)	貯槽寸法 (m) 高さ 内径
A	5～20	40以上	2	硬岩 (花崗岩類等の火成岩類)	10.0	C _u 級中上	41.9 28.0
B	5～12	10～20	1	中硬岩 (中・古生代の堆積岩類等)	8.0	C _u 級中	33.3 22.2
C	1～9	5前後	0.5	硬岩 (花崗岩類等の火成岩類)	10.0	C _u 級中上	26.3 17.7
D	1～9	5前後	0.5	軟岩 (第三紀の堆積岩類等)	4.0	C _u 級中	26.3 17.7

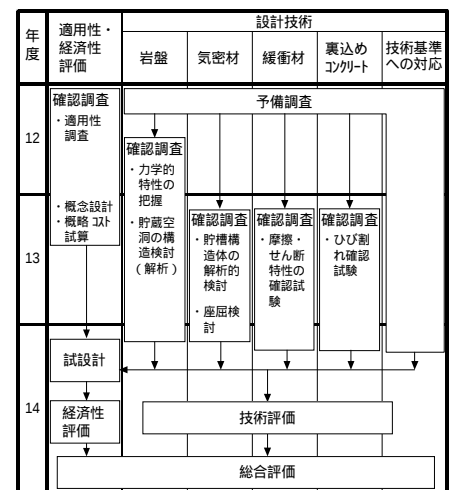


図-5 全体検討フロー

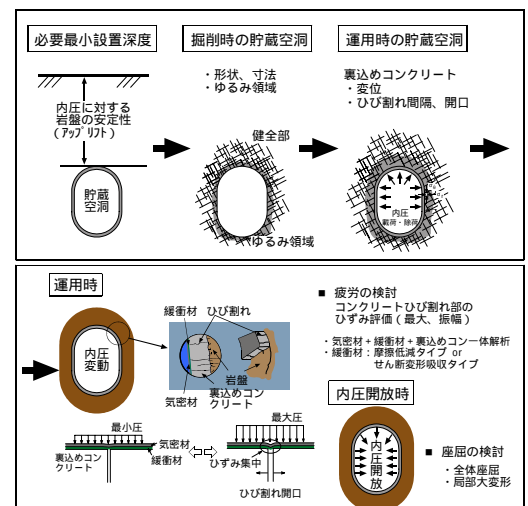


図-6 構造検討フロー